

大阪国際空港周辺の温室効果ガス排出に関する研究



実施担当者 関西学院千里国際
中等部・高等部
教諭 河野 光彦

1 はじめに

気候変動の主要因とされる温室効果ガスである二酸化炭素（CO₂）について、上空を含む大気全体での濃度の予測は未だ不確実である。とくに大規模な CO₂排出が予想される都市部¹ではその上空における観測データは決定的に不足している。また排出管理や気候シミュレーションをするためには、日変化など詳細なデータ所得も重要である。そこでわたしたちは、容易に持ち運びできる小型可搬式観測装置を開発し、それを用いて大阪国際空港（伊丹空港：ITM，兵庫県/大阪府）周辺で日中の CO₂を観測し、上空大気を含む平均濃度として CO₂気柱平均体積混合比（XCO₂）を測定した。

また、関西学院千里国際キャンパス（SOIS，大阪府箕面市）および南半球のオーストラリア国立大学（ANU，キャンベラ）においても日中の XCO₂を測定したので合わせて報告する。SOIS においては、1 年以上を通じ平日のほぼ毎日 XCO₂観測を行った。ITM においては、周辺 4 か所で春夏秋冬に 1 回以上ずつ（計 16 回以上）の観測を行い、SOIS での観測データと合わせて日中の時間変動や季節変動などの結果が得られた。ANU では、現地の冬のみ 5 日間の観測を行い、XCO₂レベルとその日中時間変動などを ITM および SOIS での結果と比較した。

2 方法

2-1 観測装置

観測装置の原理は、太陽からの光が大気層にある CO₂に吸収される量を測定²するものである。太陽から到達する光の近赤外線スペクトルを観測することで、大気 CO₂の光吸収の量がわかる。その光吸収量から上空を含む気柱の平均 CO₂濃度を分析することができる。そのため、地上のみならず航空機が通過する高い場所での CO₂測定が可能になる。太陽の高度によって変わる



図 1. 観測装置と観測の様子

大気の厚さを考慮した補正もした。ここでは XCO₂を任意単位で示しているが、国立環境研究所で同時測定したデータをもとに正しい値に換算する予定である。

XCO₂計測は、1.0 秒毎に繰り返し記録した。太陽光を測定するので昼間のみ観測となる。また同時に、観測地点地表の CO₂計測も非分散型赤外線吸収法を用いた製品 (MCH-383) で 60 秒ごとに行った。その他、気温・気圧・湿度も同時計測 (MHB-382) した。開発した小型可搬式観測装置は、三脚・太陽追尾望遠鏡・計測器・PC・ケーブル類などからなり、総重量が 10 kg 程度なので、近隣の観測地点はもとより海外までも持ち運ぶことができる。

2-2 観測場所・期間

観測地点は図 2 に示されている ITM (北緯 34.8 度, 東経 135.4 度, 標高 12m) 周辺の 4 地点である。ITM の滑走路は南東から北西に伸びている。これら 4 地点は、南西 (SW) と北東 (NE) の滑走路に沿わない 2 地点 (滑走路から約 1 km) と、着陸方向に当たる南東 (SE) 地点 (滑走路端から約 0.5 km) および離陸方向に当たる北西 (NW) 地点 (滑走路端から約 0.5 km) である。3 月・6 月・9 月・12 月でそれぞれ 4 週間以上の週末に観測装置を観測地まで運び、日中の 6 時間以上にわたり測定データを取得した。観測地 4 地点における XCO₂の季節変動などを気象データとともに記録する一方で、平日には SOIS でも同様の観測をして、データの比較を行った。

ANU (南緯 35.3 度, 東経 149.1 度, 標高約 570 m) での観測期間は、現地の冬季に当たる 2025 年 8 月 5~8 日の 5 日間であった。SOIS (ITM から北東に約 8 km) では、2024 年 9 月より継続して平日の 9~16 時にほぼ毎日のように観測を行った。2026 年 1 月からは、計測器を 20℃ に保つ装置を導入し、気温による測定精度の低下を防ぎ、データの信頼性を向上させた。



図 2. ITM 周辺の観測 4 地点
 南東 (SE) から着陸し、北西 (NW) に離陸する。約 4 km 四方。

3 結果と考察

3-1 観測場所による XCO₂のちがひ

2025 年夏にあたる 6 月 2 日~7 月 15 日に観測された XCO₂の日毎データを図 3 に示す。太陽高度が 76~77° である時の平均値を示し、エラーバーは変動している値の標準偏差を表す。白抜き青四角 (□) が ITM 周辺の観測データで、赤丸 (●) が SOIS のそれとなっている。白抜き青四角に添えられている SW, SE, NW, NE は観測地点を示している。

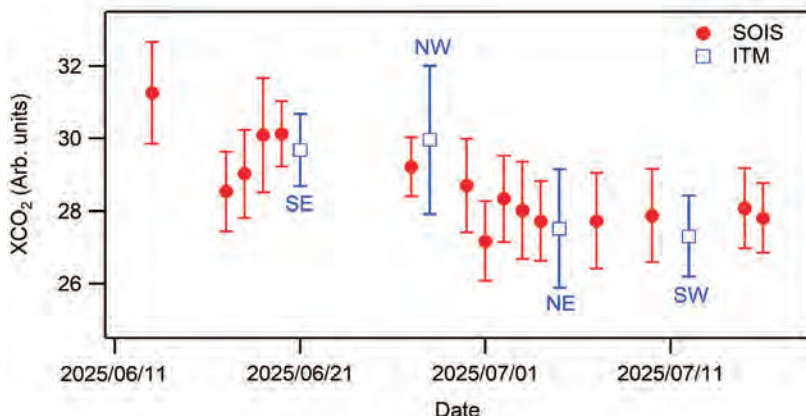


図 3. ITM 周辺および SOIS における XCO₂ (任意単位)

季節が夏に進むにつれて、XCO₂が減少していたことがわかる。また、SOIS よりも ITM での XCO₂ 観測値のほうが NW の値を除いて低いということが言える。同様の傾向は 2024 年 9 月に観測したときにも得られていた。

飛行機が離陸する方向は NW であるので、そこでの XCO₂ は飛行機からの CO₂ 排出が原因で約 3%程度高くなっていると考えられる。

3-2 ANU での XCO₂測定結果との比較

2025 年 4 月 1 日～2025 年 1 月 1 日の観測データを図 4 に示す。太陽高度が 30° 以上である時の平均値を示し、エラーバーは変動している値の標準偏差を表す。白抜き緑ダイヤ(◇)が ANU での観測データで、赤丸(●)が SOIS のそれとなっている。気圧による補正もしてある。

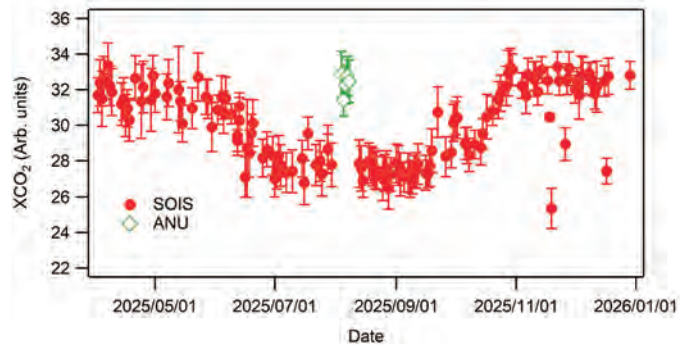


図 4. ANU および SOIS における XCO₂ (任意単位)

ANU での 2025 年 8 月 5～8 日は南半球で冬季にあたり、XCO₂ が高いレベルにあることがわかる。そして、それは SOIS の冬季の水準と同等であることがわかった。ITM と SOIS における 2024 年 9 月～2026 年 3 月の期間での観測結果では、XCO₂ は 7 月から 9 月が低い水準にあり、12 月から 4 月が高い水準であった。

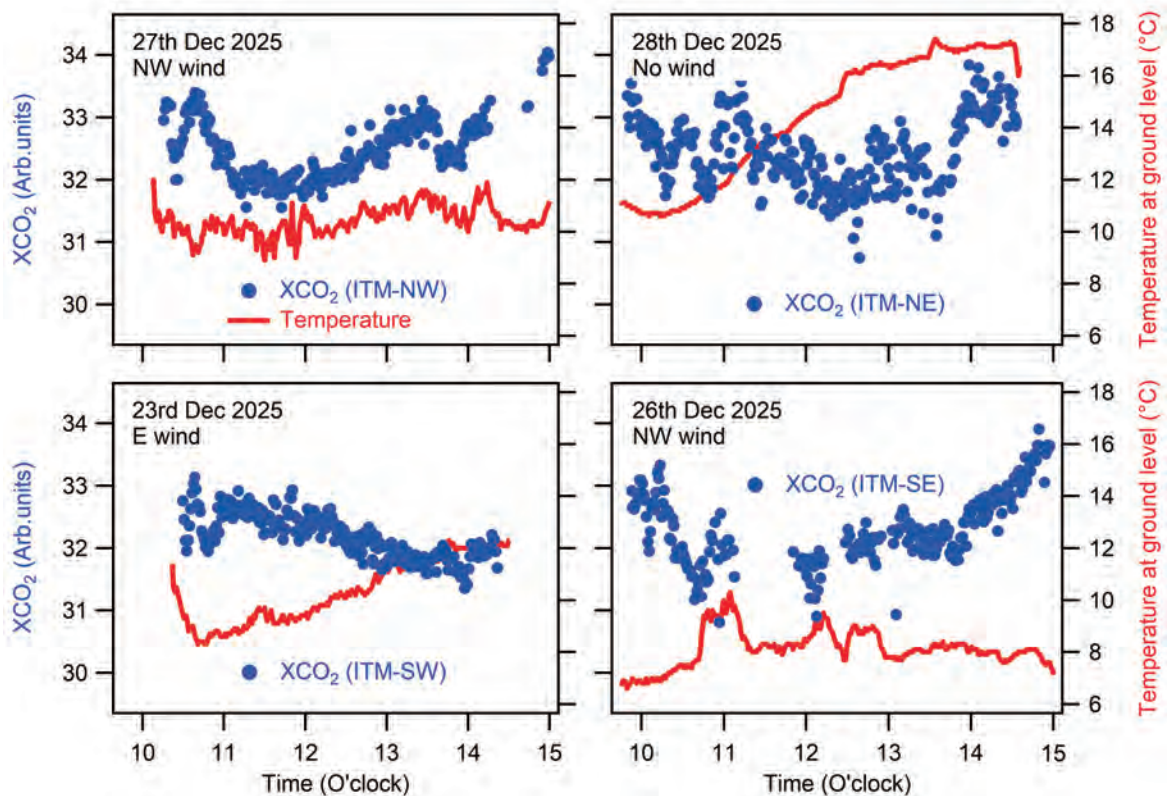


図 5. ITM 周辺の XCO₂時間変化 (任意単位)

3-3 XCO₂時間変化の風向による影響

2025 年 12 月に ITM 周辺で観測された XCO₂の日中の時間変化(●)を気温変化(—)とともに図 5 に示す。左上は NW での測定結果で気象庁データ(豊中)によると風向は北西であった。右上は NE での測定結果でほぼ無風であった。左下は SW での測定結果で東風であった。右下は SE での測定結果で北西の風であった。気温の違いに関わらず NW と SE は XCO₂時間変化が類似の特徴を示しており、北西の風であったことが原因であった可能性を示している。東風が吹いていた SW では午後 XCO₂が減少し続けている。離陸方向に当たる北西であることから、北西からの風が飛行機から排出された CO₂を運んできているのかもしれない。一方、東からの風は排出された CO₂含まない空気では置換されていた可能性がある。2025 年 6～7 月の ITM 観測では明確な北西からの風は

なく、9月27日のITM-NE観測ではで北北西の風はあったものの離陸方向からは少しずれていたためか、午後の明らかなXCO₂増加はなかった。

2026年1月22日と2月13日にSOISで観測されたXCO₂の日中の時間変化(●)を気温変化(—)とともに図6に示す。上は1月22日で気温が比較的低く風向は西北西であったとき、下は2月13日で気温が比較的高く風向は南であったときのデータである。XCO₂は1月22日では午後から増加しているのに対して、2月13日では午後も減少と続けている。原因としては、気温よりむしろ風向が影響していると考えられる。なぜなら、1月18日のデータでは、気温が比較的高いにもかかわらずXCO₂は午後から増加していた。この日の風は東向きであった。SOISでは南からの風が午後のXCO₂減少の原因になっている可能性がある。

ANUで観測データにおいても、XCO₂の時間変化が気温により影響されることがわかった。しかし、2026年1月から計測器を20℃に保ちながらの測定を始めた

ところであり、それ以前のデータでは気温変化に対する信頼性がそれ以降より低い。まだ、冬季のみの観測しか信頼性が向上できていないので、今後の観測で再現性を確かめる予定である。

4 まとめ

ITM周辺およびSOISとANUにおいて日中のXCO₂を測定した。ITM周辺の夏の観測結果より、飛行機が離陸する方向の観測地点NWでXCO₂が約3%程度高くなっていることがわかった。また冬の観測結果では、XCO₂時間変化で午後から増加の原因が飛行機の離陸方向から風によって運ばれてくるCO₂であることが示唆された。2024年9月～2026年3月の長期間観測では、ITMおよびSOISにおけるXCO₂は夏季の7月から9月が低く、冬季の12月から4月が高いという結果になり、多くの先行研究³⁾とも一致していることがわかった。

謝辞

本研究は中谷財団科学教育振興助成(助成番号:25K53)により実施されました。名古屋大学宇宙地球環境研究所の水野亮教授ならびに長濱智生准教授には、観測装置の貸与や貴重な技術のご助言をいただきました。国立環境研究所の森野勇室長には、同研究所でのXCO₂測定に多大なるご協力いただきました。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 1) IPCC (気候変動に関する政府間パネル) 評価報告書第8章(2022)。
- 2) 河野光彦, 長濱智生, 水野亮, "小型可搬式観測装置の用いた二酸化炭素カラム混合比の測定", 大気化学討論会, 長崎, 2023年11月。
- 3) 気象庁, "展示室3「大気中二酸化炭素濃度の変動とその要因」", https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/ghg/tour/tour_a3.html, (参照 2026-03-15)。

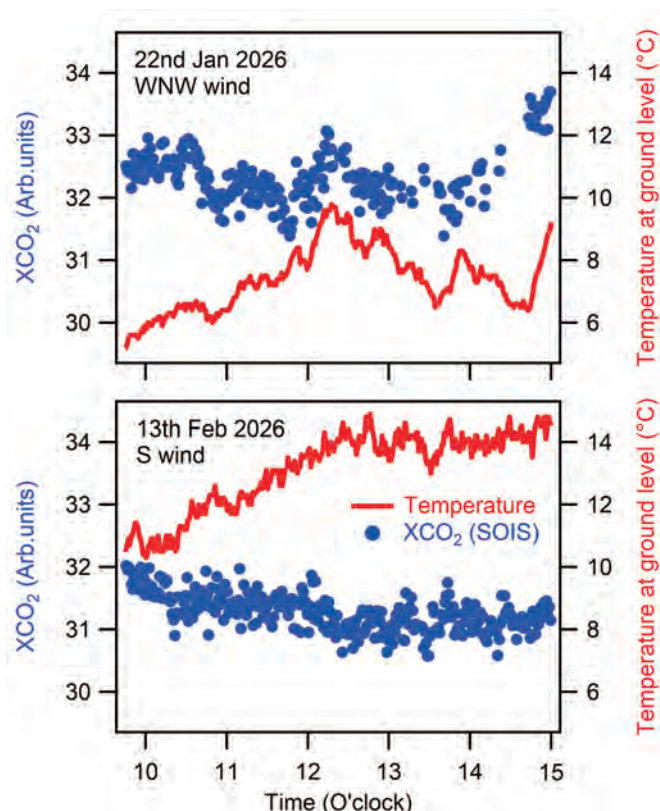


図 6. SOIS の冬季での XCO₂時間変化 (任意単位)

以上